



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117704456 B

(45) 授权公告日 2024.08.06

(21) 申请号 202410011926.4

(22) 申请日 2024.01.04

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117704456 A

(43) 申请公布日 2024.03.15

(73) 专利权人 中国电建集团河北省电力勘测设计研究院有限公司

地址 050031 河北省石家庄市长安区建华
北大街6号

(72) 发明人 武明皓 赵俊红 李颖 郎潍羽
王海宁

(74) 专利代理机构 石家庄众志华清知识产权事
务所(特殊普通合伙) 13123
专利代理师 陈跃心

(51) Int.Cl.

F24D 11/02 (2006.01)

F24D 19/10 (2006.01)

F28D 20/00 (2006.01)

F28D 21/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 116202128 A, 2023.06.02

CN 205026844 U, 2016.02.10

CN 104848314 A, 2015.08.19

审查员 陈姝宇

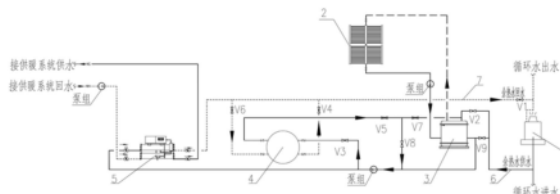
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种利用压缩空气储能的集热器供暖系统和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种利用压缩空气储能的集热器供暖系统和方法,系统包括取热单元、补热单元、储热单元和供热单元,所述取热单元包括冷却塔、与冷却塔连通的余热水供水主管路和余热水回水主管路,所述补热单元包括太阳能集热器和容积式换热器,所述容积式换热器一次侧与太阳能集热器相连通,所述容积式换热器二次侧与余热水供水主管路和余热水回水主管路相连通,所述储热单元包括余热储水箱,所述余热储水箱与容积式换热器相连通,所述供热单元包括水源热泵机组,所述水源热泵机组低温侧分别与余热储水箱、容积式换热器相连通,水源热泵机组高温侧与厂区或厂区外的供暖管网相连通。本发明提高了能源利用效率、降低运营成本、减少非可再生能源的消耗。



1. 一种利用压缩空气储能的集热器供暖系统,其特征在于:包括取热单元、补热单元、储热单元和供热单元,所述取热单元包括冷却塔(1)、与冷却塔(1)连通的余热水供水主管路(6)和余热水回水主管路(7),所述补热单元包括太阳能集热器(2)和容积式换热器(3),所述容积式换热器(3)一次侧与太阳能集热器(2)相连通,所述容积式换热器(3)二次侧与余热水供水主管路(6)和余热水回水主管路(7)相连通,所述储热单元包括余热储水箱(4),所述余热储水箱(4)与容积式换热器(3)相连通,所述供热单元包括水源热泵机组(5),所述水源热泵机组(5)低温侧分别与余热储水箱(4)、容积式换热器(3)相连通,所述水源热泵机组(5)高温侧与厂区或厂区外的供暖管网相连通,余热水进入冷却塔(1)的所述余热水回水主管路(7)上设置有第一阀门,所述冷却塔(1)与容积式换热器(3)之间的管路上设置有第二阀门,余热水由余热水供水主管路(6)进入所述余热储水箱(4)的管路上设置有第三阀门,余热水由余热储水箱(4)流至余热水回水主管路(7)的管路上设置有第四阀门,余热水由余热储水箱(4)流至容积式换热器(3)的管路上设置有第五阀门和第七阀门,所述水源热泵机组(5)低温侧出水口至余热储水箱(4)之间的管路上设置有第六阀门,所述第五阀门和第七阀门之间与余热水供水主管路(6)连通的管路上设置有第八阀门,余热水由冷却塔(1)出口流至容积式换热器(3)与余热水由容积式换热器(3)流出至余热水供水主管路(6)的管路上设置有第九阀门。

2. 根据权利要求1所述的一种利用压缩空气储能的集热器供暖系统,其特征在于:连通所述余热水供水主管路(6)和余热水回水主管路(7)的各个管路上均设置有温度传感器。

3. 根据权利要求1所述的一种利用压缩空气储能的集热器供暖系统,其特征在于:所述第一阀门~第九阀门以及各温度传感器均电性连接控制系统。

4. 一种利用压缩空气储能的集热器供暖方法,其特征在于:采用权利要求1所述的集热器供暖系统,具体供暖方法如下:在压缩工艺运行时段,有余热水可以利用产生,若余热水水温满足水源热泵机组(5)最佳工作状态时,一部分直接进入水源热泵机组(5)提升供暖回水温度,余热水循环后排至冷却塔(1);另一部分储存至余热储水箱(4),在压缩工艺停止运行时作为余热水源继续实现供暖的循环;若余热水水温不满足水源热泵机组(5)最佳工作状态时,容积式换热器(3)一次侧由太阳能集热器(2)加热,余热水经过回容积式换热器(3)的二次侧补热升温后再进入水源热泵机组(5)完成供暖循环,余热水循环后排至冷却塔(1);另一部分经容积式换热器(3)二次侧升温后储存至余热储水箱(4),在压缩工艺停止运行时作为余热水源继续实现供暖的循环。

5. 根据权利要求4所述的一种利用压缩空气储能的集热器供暖方法,其特征在于:当压缩工艺停止运行、无余热水可以利用时,开启余热储水箱(4),当余热储水箱(4)内的余热水温度满足水源热泵机组(5)最佳工作状态时直接进入水源热泵机组(5)完成供暖循环,余热水回水回至余热储水箱(4);若余热储水箱(4)内的余热水温度较低需补热时,容积式换热器(3)一次侧由太阳能集热器(2)加热,余热水经过回容积式换热器(3)的二次侧补热升温后再进入水源热泵机组(5)完成供暖循环。

6. 根据权利要求4所述的一种利用压缩空气储能的集热器供暖方法,其特征在于:

在压缩工艺运行时段,有余热水可以利用产生,控制系统采集到连通水源热泵机组(5)管道上的温度传感器反馈的温度满足水源热泵机组(5)最佳工作状态时,此时控制系统控制第一阀门、第三阀门、第四阀门、第九阀门开启,控制第二阀门、第五阀门、第六阀门、第七

阀门、第八阀门关闭,余热水一部分直接进入水源热泵机组(5)供暖使用,另一部分将热量存储于余热储水箱(4)内;控制系统采集到连通水源热泵机组(5)管道上的温度传感器反馈的温度不满足水源热泵机组(5)最佳工作状态时,此时控制系统控制第一阀门、第二阀门、第三阀门、第四阀门开启,控制第五阀门、第六阀门、第七阀门、第八阀门、第九阀门关闭,容积式换热器(3)一次侧由太阳能集热器(2)加热,余热水经过回容积式换热器(3)的二次侧补热升温后再进入水源热泵机组(5)完成供暖循环,余热水循环后排至冷却塔(1);另一部分经容积式换热器(3)二次侧升温后储存至余热储水箱(4),在压缩工艺停止运行时作为余热水源继续实现供暖的循环。

7.根据权利要求5所述的一种利用压缩空气储能的集热器供暖方法,其特征在于:在压缩工艺停止运行时段,无余热水可以利用时,控制系统采集到连通水源热泵机组(5)管道上的温度传感器反馈的温度满足水源热泵机组(5)最佳工作状态时,此时控制系统控制第三阀门、第五阀门、第六阀门、第八阀门打开,控制第一阀门、第二阀门、第四阀门、第七阀门、第九阀门关闭,由余热储水箱(4)中的热水直接进入水源热泵机组(5)供暖;控制系统采集到连通水源热泵机组(5)管道上的温度传感器反馈的温度不满足水源热泵机组(5)最佳工作状态时,此时控制系统控制第三阀门、第五阀门、第六阀门、第七阀门打开,控制第一阀门、第二阀门、第四阀门、第八阀门、第九阀门关闭,容积式换热器(3)一次侧由太阳能集热器(2)加热,余热水经过回容积式换热器(3)的二次侧补热升温后再进入水源热泵机组(5)完成供暖循环。

一种利用压缩空气储能的集热器供暖系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及压缩空气储能领域,尤其是一种利用压缩空气储能的集热器供暖系统和方法。

背景技术

[0002] 压缩空气等新型储能技术快速发展和应用。压缩空气储能属于环境友好型能源,可在一定程度上改善当地环境,具有良好的环境效益。

[0003] 在一般的大容量非补燃先进绝热压缩空气系统压缩及放热过程中会产生大量的余热,通常会通过冷却塔直接释放掉,如果不加以利用就会造成此部分热量的浪费。另外,由于通常压缩空气储能项目厂区远离城市中心,无市政热源可以利用,因此位于北方供暖地区厂区通常会利用电锅炉进行供暖,运营成本大大增加的同时,也会额外增加其他电能等其他能源的消耗。

[0004] 结合压缩空气储能项目中会产生大量压缩热余热的具体情况及厂区供暖的实际需求,有必要研发一种利用压缩空气储能余热耦合水源热泵及太阳能集热器供暖的系统。

发明内容

[0005] 本发明需要解决的技术问题是提供一种利用压缩空气储能的集热器供暖系统和方法,利用压缩空气储能工艺流程中产生的余热结合余热储水箱、水源热泵机组、太阳能集热器、容积式换热器向厂区及厂区外提供供暖热水,以提高能源利用效率、降低运营成本、减少非可再生能源的消耗。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:一种利用压缩空气储能的集热器供暖系统,包括取热单元、补热单元、储热单元和供热单元,所述取热单元包括冷却塔、与冷却塔连通的余热水供水主管路和余热水回水主管路,所述补热单元包括太阳能集热器和容积式换热器,所述容积式换热器一次侧与太阳能集热器相连通,所述容积式换热器二次侧与余热水供水主管路和余热水回水主管路相连通,所述储热单元包括余热储水箱,所述余热储水箱与容积式换热器相连通,所述供热单元包括水源热泵机组,所述水源热泵机组低温侧分别与余热储水箱、容积式换热器相连通,所述水源热泵机组高温侧与厂区或厂区外的供暖管网相连通。

[0007] 本发明技术方案的进一步改进在于:余热水进入冷却塔的所述余热水回水主管路上设置有第一阀门V1,所述冷却塔与容积式换热器之间的管路上设置有第二阀门V2,余热水由余热水供水主管路进入所述余热储水箱的管路上设置有第三阀门V3,余热水由余热储水箱流至余热水回水主管路的管路上设置有第四阀门V4,余热水由余热储水箱流至容积式换热器的管路上设置有第五阀门V5和第七阀门V7,所述水源热泵机组低温侧出水口至余热储水箱之间的管路上设置有第六阀门V6,所述第五阀门V5和第七阀门V7之间与余热水供水主管路连通的管路上设置有第八阀门V8,余热水由冷却塔出口流至容积式换热器与余热水由容积式换热器流出至余热水供水主管路的管路上设置有第九阀门V9。

[0008] 本发明技术方案的进一步改进在于:连通所述余热水供水主管路和余热水回水主管路的各个管路上均设置有温度传感器。

[0009] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述第一阀门V1~第九阀门V9以及各温度传感器均电性连接控制系统。

[0010] 本发明技术方案的进一步改进在于:一种利用压缩空气储能的集热器供暖方法,在压缩工艺运行时段,有余热水可以利用产生,若余热水水温满足水源热泵机组最佳工作状态时,一部分直接进入水源热泵机组提升供暖回水温度,余热水循环后排至冷却塔;另一部分储存至余热储水箱,在压缩工艺停止运行时作为余热水源继续实现供暖的循环;若余热水水温不满足水源热泵机组最佳工作状态时,容积式换热器一次侧由太阳能集热器加热,余热水经过回容积式换热器的二次侧补热升温后再进入水源热泵机组完成供暖循环,余热水循环后排至冷却塔;另一部分经容积式换热器二次侧升温后储存至余热储水箱,在压缩工艺停止运行时作为余热水源继续实现供暖的循环。

[0011] 本发明技术方案的进一步改进在于:当压缩工艺停止运行、无余热水可以利用时,开启余热储水箱,当余热储水箱内的余热水温度满足水源热泵机组最佳工作状态时直接进入水源热泵机组完成供暖循环,余热水回水回至余热储水箱;若余热储水箱内的余热水温度较低需补热时,容积式换热器一次侧由太阳能集热器加热,余热水经过回容积式换热器的二次侧补热升温后再进入水源热泵机组完成供暖循环。

[0012] 本发明技术方案的进一步改进在于:在压缩工艺运行时段,有余热水可以利用产生,控制系统采集到连通水源热泵机组管道上的温度传感器反馈的温度满足水源热泵机组最佳工作状态时,此时控制系统控制第一阀门V1、第三阀门V3、第四阀门V4、第九阀门V9开启,控制第二阀门V2、第五阀门V5、第六阀门V6、第七阀门V7、第八阀门V8关闭,余热水一部分直接进入水源热泵机组供暖使用,另一部分将热量存储于余热储水箱内;控制系统采集到连通水源热泵机组管道上的温度传感器反馈的温度不满足水源热泵机组最佳工作状态时,此时控制系统控制第一阀门V1、第二阀门V2、第三阀门V3、第四阀门V4开启,控制第五阀门V5、第六阀门V6、第七阀门V7、第八阀门V8、第九阀门V9关闭,容积式换热器一次侧由太阳能集热器加热,余热水经过回容积式换热器的二次侧补热,余热水循环后排至冷却塔;另一部分经容积式换热器二次侧升温后储存至余热储水箱,在压缩工艺停止运行时作为余热水源继续实现供暖的循环。

[0013] 本发明技术方案的进一步改进在于:在压缩工艺停止运行时段,无余热水可以利用时,控制系统采集到连通水源热泵机组管道上的温度传感器反馈的温度满足水源热泵机组最佳工作状态时,此时控制系统控制第三阀门V3、第五阀门V5、第六阀门V6、第八阀门V8打开,控制第一阀门V1、第二阀门V2、第四阀门V4、第七阀门V7、第九阀门V9关闭,由余热储水箱中的热水直接进入水源热泵机组供暖;控制系统采集到连通水源热泵机组管道上的温度传感器反馈的温度不满足水源热泵机组最佳工作状态时,此时控制系统控制第三阀门V3、第五阀门V5、第六阀门V6、第七阀门V7打开,控制第一阀门V1、第二阀门V2、第四阀门V4、第八阀门V8、第九阀门V9关闭,容积式换热器一次侧由太阳能集热器加热,余热水经过回容积式换热器的二次侧补热升温后再进入水源热泵机组完成供暖循环。

[0014] 由于采用了上述技术方案,本发明取得的技术进步是:

[0015] 1、本发明通过在压缩空气储能系统中设置的太阳能集热器、容积式换热器、余热

储水箱、水源热泵机组的综合利用,不仅可以实现压缩空气储能工艺中余热的存储及充分利用,还可以节约非可再生能源的消耗,并且如果余热水水量大、温度条件好、连续性好,在满足本厂区供暖的同时,还可以向厂区外输送热量供暖,能更大程度节约能源并实现经济价值。

[0016] 2、本发明通过对压缩空气储能工艺流程中产生的余热的利用使得压缩空气储能工艺流程中冷却塔承担的冷却量减少,可以减小冷却塔设备的型号,提升压缩空气储能系统效率的同时,降低工艺设备造价。

[0017] 3、本发明通过在系统中各环路设置的多个电动调节阀门及温度传感器,在控制系统的控制下能够实现在压缩空气储能系统不同运行模式下自动调整供暖系统的运行策略,以使水源热泵机组一直处于最节能的工作状态,实现最大的经济效益。

[0018] 4、本发明在系统中,通过加入补热单元提高了水源热泵机组的制热能效比,节约率能源消耗。

附图说明

[0019] 图1是本发明的系统流程图;

[0020] 其中,1、冷却塔,2、太阳能集热器,3、容积式换热器,4、余热储水箱,5、水源热泵机组,6、余热水供水主管路,7、余热水回水主管路。

具体实施方式

[0021] 下面结合实施例对本发明做进一步详细说明:

[0022] 如图1所示,一种利用压缩空气储能的集热器供暖系统,包括取热单元、补热单元、储热单元和供热单元,取热单元包括冷却塔1、与冷却塔1连通的余热水供水主管路6和余热水回水主管路7,取水工冷却循环水进水作为余热水,在进入冷却塔1的进水口提取余热水,余热水进入余热水供水主管路6,最终经其他单元换热降温后由余热水回水主管路7回水至冷却塔1出口侧。

[0023] 补热单元包括太阳能集热器2和容积式换热器3,所述容积式换热器3一次侧与太阳能集热器2相连通,所述容积式换热器3二次侧与余热水供水主管路6和余热水回水主管路7相连通,在补热单元中,热水或其他换热介质经太阳能集热器2加热升温后流至容积式换热器3一次侧,温度降低后在流回太阳能集热器2加热,如此循环往复。

[0024] 储热单元包括余热储水箱4,所述余热储水箱4与容积式换热器3相连通,当系统有余热水可利用时,一部分经容积式换热器3加热后的余热水供水会流进余热储水箱4与余热储水箱4内的水混合,实现热量的储存后,低温回水会经余热水回水主管路7回至压缩空气储能工艺流程中的冷却循环水系统中;当系统中没有余热水可利用时,余热储水箱4将充当供暖系统的热源,热水从余热储水箱4流出后可直接进入供热单元用以供暖,或经容积式换热器3加热后进入供热单元供暖,热水温度降低后再回至余热储水箱4。

[0025] 供热单元包括水源热泵机组5,水源热泵机组5低温侧分别与余热储水箱4、容积式换热器3相连通,水源热泵机组5高温侧与厂区或厂区外的供暖管网相连通。当压缩空气工艺流程中有余热水可以利用时,经容积式换热器3加热后的余热水供水直接进入水源热泵机组5低温侧进水口,温度降低后再经低温侧出水口流出至余热水回水主管路7;当压缩空

气工艺流程中没有余热水可以利用时,余热储水箱4的水进入水源热泵机组5低温侧进水口,温度降低后再经低温侧出水口流出至余热储水箱4。

[0026] 利用压缩空气储能的集热器的具体供暖方法:在压缩工艺运行时段,有余热水可以利用产生,若余热水水温满足水源热泵机组5最佳工作状态时,一部分直接进入水源热泵机组5提升供暖回水温度,余热水循环后排至冷却塔1;另一部分储存至余热储水箱4,在压缩工艺停止运行时作为余热水源继续实现供暖的循环;若余热水水温不满足水源热泵机组5最佳工作状态时,容积式换热器3一次侧由太阳能集热器2加热,余热水经过回容积式换热器3的二次侧补热升温后再进入水源热泵机组5完成供暖循环,余热水循环后排至冷却塔1;另一部分经容积式换热器3二次侧升温后储存至余热储水箱4,在压缩工艺停止运行时作为余热水源继续实现供暖的循环。

[0027] 当压缩工艺停止运行、无余热水可以利用时,开启余热储水箱4,当余热储水箱4内的余热水温度满足水源热泵机组5最佳工作状态时直接进入水源热泵机组5完成供暖循环,余热水回水回至余热储水箱4;若余热储水箱4内的余热水温度较低需补热时,容积式换热器3一次侧由太阳能集热器2加热,余热水经过回容积式换热器3的二次侧补热升温后再进入水源热泵机组5完成供暖循环。

[0028] 实施例1

[0029] 本发明在各个管路上设置有电动调节阀门和温度传感器,且电动调节阀门和温度传感器均电性连接控制系统。控制系统会收集设置在各管路上的温度传感器的数据,并控制各电动调节阀动作,实现系统各运行模式之间的自动切换。电动阀门具体设置如下:

[0030] 余热水进入冷却塔1的所述余热水回水主管路7上设置有第一阀门V1,作用是控制余热水流回冷却水系统内及调节进出系统的水量。冷却塔1与容积式换热器3之间的管路上设置有第二阀门V2,作用是控制余热水供水是否流入容积式换热器3及调节进入容积式换热器3内的水量。余热水由余热水供水主管路6进入所述余热储水箱4的管路上设置有第三阀门V3,作用是控制余热水是否流入余热储水箱4及调节进入余热储水箱4内的水量。余热水由余热储水箱4流至余热水回水主管路7的管路上设置有第四阀门V4,作用是控制余热水是否从余热储水箱4流出至余热水回水主管及调节从余热储水箱4流出至余热水回水主管路7的水量。余热水由余热储水箱4流至容积式换热器3的管路上设置有第五阀门V5和第七阀门V7,第五阀门V5作用是控制余热水是否流出至容积式换热器3或余热水供水主管路6,第七阀门V7作用是控制余热储水箱内的热水是否流入至容积式换热器3及控制余热储水箱4内的热水流入至容积式换热器3的水量。水源热泵机组5低温侧出水口至余热储水箱4之间的管路上设置有第六阀门V6,作用是控制水源热泵机组5低温侧出水是否流入余热储水箱4及控制由水源热泵机组5低温侧出口流入余热储水箱4的水量。第五阀门V5和第七阀门V7之间与余热水供水主管路6连通的管路上设置有第八阀门V8,作用是控制余热储水箱4内的热水是否流入余热水供水主管路6内及控制余热储水箱4内的热水流入余热水供水主管路6的水量。余热水由冷却塔1出口流至容积式换热器3与余热水由容积式换热器3流出至余热水供水主管路6的管路上设置有第九阀门V9,作用是控制余热水供水是否不经过容积式换热器3直接流入余热水供水主管路6中及控制余热水供水直接流入余热水供水主管路6中的水量,图1中泵组的作用给管路中的水循环提供动力。

[0031] 在压缩工艺运行时段,有余热水可以利用产生,控制系统采集到连通水源热泵机

组5管道上的温度传感器反馈的温度满足水源热泵机组5最佳工作状态时,此时控制系统控制第一阀门V1、第三阀门V3、第四阀门V4、第九阀门V9开启,控制第二阀门V2、第五阀门V5、第六阀门V6、第七阀门V7、第八阀门V8关闭,余热水一部分直接进入水源热泵机组5供暖使用,另一部分将热量存储于余热储水箱4内;控制系统采集到连通水源热泵机组5管道上的温度传感器反馈的温度不满足水源热泵机组5最佳工作状态时,此时控制系统控制第一阀门V1、第二阀门V2、第三阀门V3、第四阀门V4开启,控制第五阀门V5、第六阀门V6、第七阀门V7、第八阀门V8、第九阀门V9关闭,容积式换热器3一次侧由太阳能集热器2加热,余热水经过回容积式换热器3的二次侧补热升温后再进入水源热泵机组5完成供暖循环,余热水循环后排至冷却塔1;另一部分经容积式换热器3二次侧升温后储存至余热储水箱4,在压缩工艺停止运行时作为余热水源继续实现供暖的循环。

[0032] 在压缩工艺停止运行时段,无余热水可以利用时,控制系统采集到连通水源热泵机组5管道上的温度传感器反馈的温度满足水源热泵机组5最佳工作状态时,此时控制系统控制第三阀门V3、第五阀门V5、第六阀门V6、第八阀门V8打开,控制第一阀门V1、第二阀门V2、第四阀门V4、第七阀门V7、第九阀门V9关闭,由余热储水箱4中的热水直接进入水源热泵机组5供暖;控制系统采集到连通水源热泵机组5管道上的温度传感器反馈的温度不满足水源热泵机组5最佳工作状态时,此时控制系统控制第三阀门V3、第五阀门V5、第六阀门V6、第七阀门V7打开,控制第一阀门V1、第二阀门V2、第四阀门V4、第八阀门V8、第九阀门V9关闭,容积式换热器3一次侧由太阳能集热器2加热,余热水经过回容积式换热器3的二次侧补热升温后再进入水源热泵机组5完成供暖循环。

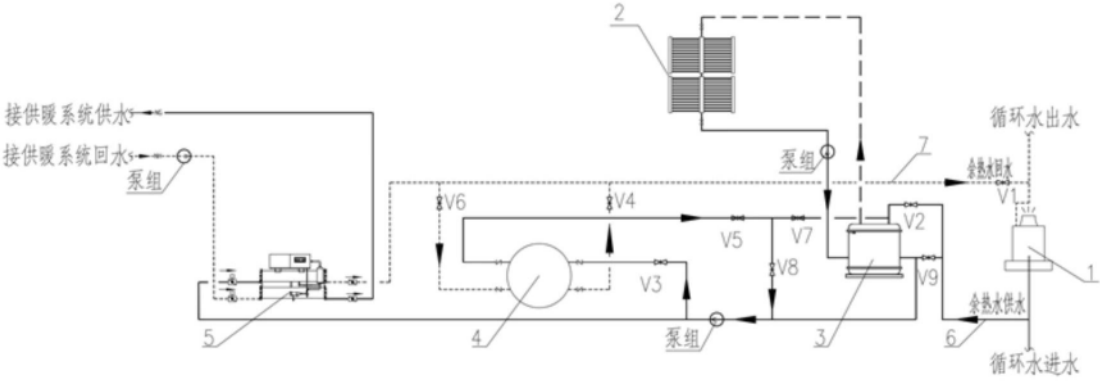


图1